

SZEMLE

Sós és alkáli talajok Ausztráliában

Ausztrália területének mintegy egyharmadát ($2,4 \cdot 10^6 \text{ km}^2$) szikes talajok borítják [16]. E talajok előfordulási formái, szelvényei igen sokfélék lehetnek.

A sós talajok főleg a kontinens szárazabb belsejében fordulnak elő, ahol a földhasználat uralkodó típusa a természetes növényzet legeltetése. Egyéb talajhasznosítás e területeken magától értetődően nem célszerű. Az alkáli talajok, melyek gyakran sós altalajrétegekkel rendelkeznek, különösen Ausztrália délnyugati, déli és keleti részén gyakoriak (1. ábra). A domborzati és éghajlati viszonyok következtében e területek azok, ahol az ország vegyes gazdálkodásának (gabonatermesztés, valamint a természetes és feljavított gyepek legeltetése) jelentős része összpontosul, és ahol az öntözés is elterjedt. A mezőgazdaság fejlődése nagymértékben megbolygatta a természetes ökoszisztémákat, következésképpen a hidrológiai viszonyok is megváltoztak. Az öntözés a talajvizek és sós szintek viszonylag gyors emelkedését okozta; a nem öntözött környező területeken a megváltozott hidrológiai viszonyok hatása lassabban jelentkezik. Azok a sók, amelyek korábban a vízgyűjtő területek és alluviális síkságok altalajában és a mélyebb rétegekben oszlottak el, mobilizálódtak, és olyan helyeken halmozódtak fel, ahol a talajvíz szintje megközelíti a felszínt. Ez másodlagos szikesedést jelent. A legújabb becslések szerint öntözött vidékeken 123 ezer hektárra, nem öntözötteken 426 ezer hektárra tehető az egykor termékeny, de időközben elszikesedett talajok mennyisége.

Az alábbiakban csak az öntözött területek sós és alkáli talajaival foglalkozom. A nem öntözött vidékeken jelentkező másodlagos szikesedés Ausztráliában jelentősebb probléma, mint bárhol másutt, és több közlemény [6, 11, 17, 20] foglalkozott már részletes ismertetésével.

A sós és alkáli talajok kritériumai Ausztráliában

Sok ausztráliai sós talajban az anionok közül a klorid, a kationok közül pedig a nátrium dominál. Ezért rendszerint az 1:5 vizes kivonatból a klór mennyiségét határozzuk meg, és nátrium-kloridban fejezzük ki. Sok évi munkával gyűjtött adatok szolgáltatottak alapot NORTHCOTE és SKENE [16] számára az alábbi határértékek megállapításához:

1. Feltalajnál:

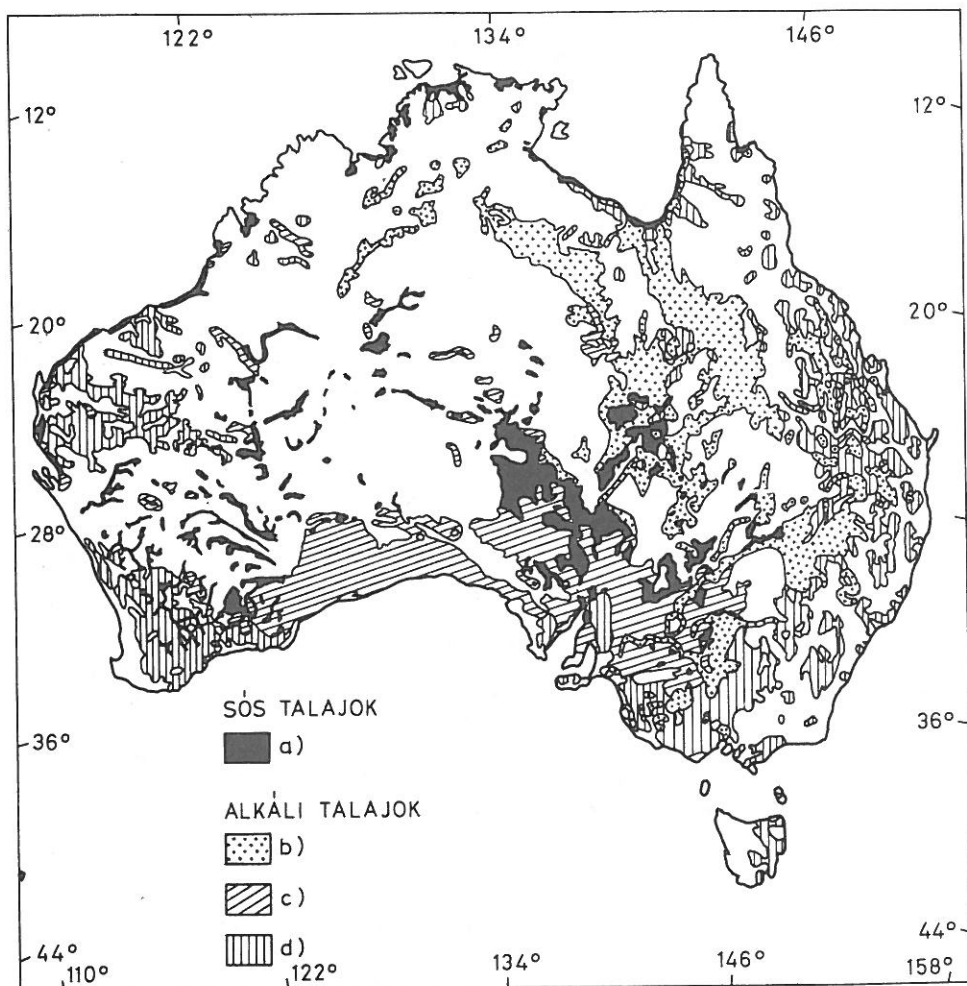
- a) vályog- és durvább szemcseösszetételű talajok esetén $\geq 0,1\% \text{ NaCl}$;
- b) agyagos vályog- és agyagtalajok esetén $\geq 0,2\% \text{ NaCl}$.

2. Altalajnál: $\geq 0,3\% \text{ NaCl}$.

Amennyiben egy talaj sótartalma e határértékeket eléri, sós talajnak minősül.

A feltalajra vonatkozó határértékek nagyjából a telítési kivonat 4 dS/m (25°C-on) elektromos vezetőképességi értékének felelnek meg, ami az Egyesült Államok Szikesedési laboratóriuma által megadott határérték [3].

Ami az alkáli talajokat illeti, Ausztráliában az az általános tapasztalat, hogy a kedvezőtlen fizikai sajátságok [12] gyakran már 5 vagy 6 ESP-értéknél jelentkeznek. Ennek alapján általában 3 alkáli osztályt különböztetünk meg: nem alkáli talaj: $\text{ESP} < 6$; alkáli talaj: $\text{ESP} 6-15$; erősen alkáli talaj: $\text{ESP} > 15$.



1. ábra

Sós és alkáli talajok Ausztráliában (NORTHCOTE és SKENE [16] nyomán). a) 0,1—0,2% NaCl a felszíni rétegben vagy 0,3% az altalajban; Az alkáli talajoknál a kicserélhető Na % > 6 a szelvény 0–100 cm-ig terjedő részében. b) monoton agyagprofil; c) a felszíni réteg textúrája homokostól a vályogig terjed, a szelvény monoton vagy fokozatosan változó szerkezetű; d) éles texturális különbségek az A- és B-szintek között

Az öntözött területek elszikese

Ausztrália legnagyobb összefüggő öntözött területei (összesen mintegy $1,5 \cdot 10^6$ ha) a kontinens keleti és délkeleti részének folyói mentén helyezkednek el. E folyók a keleti felvidéken erednek, nyugat felé folynak, majd egyesülnek, és Dél-Ausztráliában ömlenek a tengerbe. A felvidéket elhagyva alluviális síkságokat kereszteznek, ahol főleg finomszerkezetű talajok találhatók; további útjuk során a medrük harmadkori üledékekbe vágódott be, amelyek

felszínén hajdani dűnék stabilizálódtak. Öntözésre a folyók vizét használják. A folyók felső folyásánál a víz kitűnő minőségű (mind az EC-, mind az SAR-értékek alacsonyak), de az alsó folyás mentén a sótartalma fokozatosan növekszik. Az utóbbi években a síkságok alatt húzódó rétegvizeket is használják öntözésre.

A talajok felületének szikesedése elszórtan alakult ki az alluviális területeken, és mindenfelé terjed, ahol a talajvizek sótartalmú rétegeken keresztül emelkednek fel és elérik a felületi párolgás szempontjából kritikus mélységet [21]. A dűnés vidéken, ahol kis mélységben gyakran találhatók olyan rétegek, amelyek lassan eresztik át a nedvességet, az öntözés következtében a sók átrendeződése is végbement, így a lejtők felső részein kilúgzás tapasztalható, a középső és alsó részek viszont gyakran elszikesedtek.

Ma már általánosan elfogadott az a vélemény, hogy a talajvízszint emelkedése és az ezt követő szikesedés kikerülhetetlen felszíni öntözés esetén. A szakszerűtlen vízgazdálkodás, kedvezőtlen eloszlás és nagymennyiségű csapadék, valamint a kilúgzáshoz használt víz mind közrejátszanak a talajvizek szintjének emelkedésében, amit nagy területen nem ellensúlyoz a természetes oldalirányú drenázs. Jobb vízgazdálkodási módszerek alkalmazása a legjobb esetben is csak késleltetheti a magas talajvízszint megjelenését.

Ha ez a helyzet bekövetkezett, a terület termékenységének biztosítása csak a talajvízszint drenázzsal történő szabályozásával és a sók kilúgzásával történhet. Gazdaságossági szempontok, továbbá a talajok és az alsóbb rétegek vízáteresztő képessége dönti el főleg a lecsapolás célszerű módját. Kertgazdálkodásnál, amit rendszerint aránylag jó vízáteresztő képességű talajokon folytatnak, az alagcsövezés általános. PELS és STANNARD [18] szerint e viszonyok között minimálisan 5 mm/nap hidraulikus vezetőképesség biztosítása szükséges. Ahol ez nem megoldható, vagy ha a termelés értéke nem teszi gazdaságossá az alagcsövezéssel járó beruházást, csőutak alkalmazása jöhet szóba [22]. Ha az sem megoldható, az egyedüli gyakorlati lehetőség nyílt csatornák létesítése, amelyek aránylag kevésbé alkalmasak a sós talajok javítására, mégis hasznosak, mert megakadályozzák a felszín elvizenyősödését.

A többé-kevésbé sós drénvizek „sorsa” sem közömbös. Ausztráliában, mint másutt is, a legcélszerűbb lenne öntözésre való újrafelhasználásuk. Néhány területen a vizek minősége ezt lehetővé is teszi. Jelenleg kísérletek folynak az újrafelhasználtság kritériumainak a megállapítására, hogy a talajok károsítása nélkül lehessen öntözni a megfelelő minőségű drénvizekkel. A növények sótűrő képességét, valamint a különböző talajok kimosásához szükséges vízadagokat szintén meg kell pontosan határozni, csakúgy mint a sós víznek a talaj hidraulikus vezetőképességére gyakorolt hatását, figyelembe véve, hogy a talajra hulló csapadék elektromos vezetőképessége gyakorlatilag 0. A világ más országaiban végzett kutatások eredményei szintén értékesek e vizsgálatok szempontjából. Mindamelllett az egyes növényfajták, éghajlati különbségek és különösen a sajátos talajviszonyok (a finomszerkezetű talajok túlsúlya) következtében módosulhatnak a másutt megállapított vízminőségi követelmények.

Azok a drénvizek, amelyek nagy sótartalmuk miatt újbóli öntözésre nem alkalmasak, nagyobb regionális, vagy kisebb helyi medencékben bepárolhatók, vagy pedig időlegesen víztárolókban gyűjthetők, ahonnan évenként magas vízálláskor a folyókba vezethetők, illetve speciális csatornák segítségével egyenesen a tengerbe. Az utóbbi módszer a nagy költségek miatt Ausztrália legtöbb öntözött területén nem alkalmazható, viszont az előbbieket használatban vannak, és folyik a kiértékelésük.

Az alkáli talajok problémái és javításuk

Mint az előzőekben szó volt róla, a természetes viszonyok között keletkezett alkáli talajok különösen Dél- és Kelet-Ausztráliában elterjedtek. Felső szintjük ESP-értéke általában 5—10 között változik, és csak ritkán nagyon alkálisak, amikor az ESP értéke meghaladja a

15-öt. Az altalajoknak azonban gyakran mind a kicserélhető Na^+ -, mind a vízdoldható sótartalma jelentős lehet. Bár az érintett talajok igen változatosak, legnagyobb részük két általánosított szelvénytípussal jellemezhető:

1. a planosoloknál a talaj textúrája éles elkülönülést mutat, a homokos vagy vályogos felső szint alatt agyagos altalajt találhatunk;

2. a vertisoloknál a szelvény egységesen finom szerkezetű (agyag).

Ezek a típusok mind száraz, mind öntözött viszonyok között előfordulnak. Mindkét esetben az alkáli jelleg azonos problémákat okoz a mezőgazdasági hasznosítás szempontjából, az öntözött területeken azonban a gazdálkodók gyakrabban vállalják a talajjavítással, a talajkímélő hasznosítási módszerekkel járó többletköltségeket.

A természetes (primer) alkáli talajokon kívül, a finomszerkezetű, öntözött talajokon megfigyeltek a másodlagos sófelhalmozódás mellett másodlagos alkalinizációt is. Ez a talajok felszínén kéregképződéshez és a vízvezető képesség csökkenéséhez vezet akkor, amikor a nagy sótartalmat kilúgzással és drenázssal már megszüntették. Más, rendszerint meszes és durvább mechanikai összetételű sós talajok nem válnak alkalikussá a kimosás után, mivel megfelelő oldható és potenciálisan kicserélhető Ca-készlettel rendelkeznek.

Az alkáli sók kedvezőtlen hatása a talajra világszerte ismert, számtalan tudományos közlemény foglalkozik e témakörrel. Az alkáli talaj felszíne kérgesedik, kicsi a hidraulikus vezetőképessége, ez gátolja a nedvesség beszívargását, csökkenti a talaj víztároló képességét, akadályozza a csírázást és a gyökerek fejlődését. E hatások az agyakok megnövekedett duzzadóképeségének, diszperzitásának, valamint a talajok emiatt bekövetkező tömörödésének következményei. A kicserélhető nátriumnak az agyakok duzzadására és diszpergálására gyakorolt hatása lényegesen nagyobb, ha kicserélhető magnézium szerepel mellette, mintha kalcium a kísérő ion [5]. Sok ausztráliai talaj kicserélődési komplexumában a magnézium mennyisége felülmúlja a kalciumét, különösen az altalajban, és ez nagyban hozzájárul kedvezőtlen fizikai sajátságai kialakulásához.

Az alkáli talajok javításához oldható Ca-vegyületekre van szükség, hogy helyettesítsék a nátriumot a kicserélődési komplexumban; a felszabadult nátriumot kilúgzás útján el kell távolítani a szelvényből, vagy legalábbis a mélyebb rétegekbe juttatni. Tehát ki kell alakítani a szelvény megfelelő hidraulikus vezetőképességét, és azt fenn kell tartani. Első lépésként megfelelő talajművelés szükséges a talaj porozításának növelésére, a kívánatos hidraulikus vezetőképesség fenntartásához viszont biztosítani kell, hogy a talajoldat elektrolitkoncentrációja a fenti szempontból megfelelően a kicserélhető Na^+ -szintnek [19]. Az ausztráliai talajok számára a gipsz az az oldható Ca-forrás, ami az általában előforduló kicserélhető Na^+ -mennyiségeknek megfelelő elektrolitkoncentrációt biztosítja. Más javítóanyagokat is kipróbáltak, esetenként több-kevesebb sikerrel, például S-tartalmú ipari melléktermékeket meszes szőlőtermő talajokon, továbbá szénsavas mész és kénsav keverékét búzatermesztésben vertisolon. Gyakorlatilag kizárólag gipszet használnak, és az utóbbi években mind az öntözött, mind a nem öntözött talajok esetében gyorsan emelkedett az alkalmazott mennyiség.

A gipszezés hatására a talajok vízháztartásával együtt javul a megművelhetőségük, könnyebbé válik nemcsak a magágy-előkészítés, de a gyomok kiszántása is [10, 14]. Csökkennek a talajművelési költségek, előnyösebben választható meg a vetés és betakarítás ideje, továbbá öntözéskor egyenletesebb a víz beszívargása. A felszíni kérgesedés nem következik be, és a talajtömörödés megszűnése megkönnyíti a magvak kikelését, a növények fejlődését [2, 9]. A gipszezett talajok felszínének hidraulikus vezetőképessége nagymértékben javul, a szelvény mélyebb szintjeiben kevésbé; LOVEDAY és munkatársai [10] például az 5–10 cm-es réteg hidraulikus vezetőképességének 20-szoros, 30–35 cm mélységben háromszoros növekedését tapasztalták. Ezáltal javul a talaj vízbefogadó és víztartó képessége, és növekszik a sókilúgzás [1, 13]. A talajsajátságok e változásai mind a szántóföldi, mind a rét-legelő gazdálkodásban gyakran számottevő termésmnövekedéshez vezetnek [4, 15]. Azonban, különösen nem öntözött

viszonyok között, meglehetősen változóak az eredmények, és az a vélemény alakult ki, hogy ezért a talaj vizgazdálkodását befolyásoló kezelések és a szezonális viszonyok közötti kölcsönhatások lehetnek felelősek.

Ausztráliában általában 2,5—5 t/ha gipsz alkalmazását javasolják; sok szabadföldi kísérlet eredményei mutatták, hogy ekkora adagok jelentős termésmenövedést biztosíthatnak, és az utóhatásuk több éven át tart. Ezek az adagok általában kisebbek, mint a „gipsz-szükséglet” („gypsum requirement”), ezért nem eredményeznek teljes és végleges javítást, csupán a kezdeti megfelelő elektrolithatást biztosítják, és fenntartják a talaj vízáteresztő képességét, mialatt a gipsz oldatba kerül [8]. Ugyanakkor bizonyos fokú Ca^{2+} - Na^{+} -ioncsere is végbemegy, és ez a későbbi gipszadagolások során fokozatosan a talaj teljes javulásához vezethet.

Hagyományosan szabadföldi kísérleti parcellák megfigyelése alapján döntenek el, mely talajokon lehet eredményes a gipszezés. LOVEDAY [7] kidolgozott egy előrejelzési módszert, amely lehetővé teszi, hogy a különböző talajtulajdonságok kombinációjának figyelembevételével előre felbecsülhessék a gipsz várható hatását a csírázásra, a kergesedésre vagy a hidraulikus vezetőképességre. A legjobb előrejelzések három paraméter, a diszperziós index, az ESP és a kicserélhető magnézium % alapján történtek. Elfogadható az előrejelzés pontossága akkor is, ha csak két könnyen meghatározható paramétert: a diszperziós indexet és a pH-t veszik figyelembe.

Jóllehet, a gipsznek az alkáli talajok javításában játszott szerepét eléggé részletesen ismerjük, néhány kérdés további kutatást igényel. Ezek közé tartozik azoknak a tényezőknek pontosabb meghatározása, amelyek a gipsz oldódására hatnak, az agyagásványok befolyásának megállapítása a gipszezés hatékonyságára, és a gipsz alkalmazhatósága a szódás altalajok javítására. Az utóbbi kérdés tisztázása céljából szükség van olyan tájékoztatókra, amelyek bemutatják, milyen alkáli talajszelvények esetében lehetséges még kielégítő szintű növénytermesztés.

Összefoglalás

A dolgozat Ausztrália szikes talajainak kiterjedését és elhelyezkedését, továbbá az osztályozásuk kritériumait ismerteti. Mivel az öntözött területeken a talajok sótartalma növekszik az emelkedő talajvízszintek következtében, szükséges a megfelelő drénviszonyok biztosítása és az érintett talajok kimosással való javítása. A dolgozat foglalkozik a többé-kevésbé sós drénvizek elhelyezésének és újrafelhasználásának kérdéseivel is, figyelembe véve a gazdaságossági és környezetvédelmi szempontokat. Az alkáli talajok problémáinak rövid ismertetése után azt tárgyalja, hogyan és milyen eredménnyel alkalmazható a gipsz az említett talajok javítására.

Irodalom

- [1] BRIDGE, B. J. & KLEINIG, C. R.: The effect of gypsum on the water storage in a sandy loam soil under an irrigated perennial pasture. *Trans. 9th Int. Congr. Soil Sci., Adelaide*. 1. 313—323. 1968.
- [2] DAVIDSON, J. L. & QUIRK, J. P.: The influence of dissolved gypsum on pasture establishment on irrigated sodic clays. *Aust. J. Agric. Res.* 12. 100—110. 1961.
- [3] Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. (Ed.: RICHARDS, L. A.) *USDA Handbook No. 60*. Washington D. C. 1954.
- [4] DOYLE, A. D. et al.: Amelioration of structurally unstable grey soils in the north-western wheat belt of New South Wales. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husbandry*. 19. 590—598. 1979.
- [5] EMERSON, W. W. & BAKKER, A. C.: The comparative effects of exchangeable calcium, magnesium and sodium on some physical properties of red-brown earth subsoils. II. The spontaneous dispersion of aggregates in water. *Aust. J. Soil Res.* 11. 151—157. 1973.

- [6] JENKIN, J. J.: Terrain, groundwater and secondary salinity in Victoria, Australia. *Agric. Water Management*. **4**, 143—171. 1981.
- [7] LOVEDAY, J.: Recognition of gypsum-responsive soils. *Aust. J. Soil Res.* **12**, 87—96. 1974.
- [8] LOVEDAY, J.: Relative significance of electrolyte and cation exchange effects when gypsum is applied to a sodic clay soil. *Aust. J. Soil Res.* **14**, 361—371. 1976.
- [9] LOVEDAY, J. & SCOTTER, D. R.: Emergence response of subterranean clover to dissolved gypsum in relation to soil properties and evaporative conditions. *Aust. J. Soil Res.* **4**, 55—68. 1966.
- [10] LOVEDAY, J. et al.: Soil and cotton responses to tillage and ameliorant treatments in a brown clay soil. I. Soil responses and water use. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* **10**, 313—324. 1970.
- [11] MALCOLM, C. V.: Wheat belt salinity. A review of the salt land problem in South Western Australia. Western Australian Dept. of Agric., Tech. Bull. No. 52. 1982.
- [12] MCINTYRE, D. S.: Exchangeable sodium, subplasticity and hydraulic conductivity of some Australian soils. *Aust. J. Soil Res.* **17**, 115—120. 1979.
- [13] MCINTYRE, D. S., LOVEDAY, J. & WATSON, C. L.: Field studies of water and salt movement in an irrigated swelling clay soil. III. Salt movement during ponding. *Aust. J. Soil Res.* **20**, 101—105. 1982.
- [14] MILTHORPE, P. L. & NEWMAN, J. C.: Gypsum assists reclamation of scalded sodic clay soils near Condooblin. *J. Soil Cons. N. S. W.* **35**, 149—155. 1979.
- [15] MYERS, L. F. & SQUIRES, V. R.: Plant and animal production of an irrigated annual pasture following initial gypsum treatment of a heavy clay soil. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* **10**, 36—41. 1970.
- [16] NORTHCOLE, K. H. & SKENE, J. K. M.: Australian soils with saline and sodic properties. CSIRO, Div. Soils., Soil Publ. No. 27. 1972.
- [17] PECK, A. J.: Salinization of non-irrigated soils and associated streams: a review. *Aust. J. Soil Res.* **16**, 157—168. 1978.
- [18] PELS, S. & STANNARD, M. E.: Environmental changes due to irrigation development in semi-arid parts of New South Wales, Australia. In: *Arid land irrigation in developing countries, environment problems and effects*. (Ed.: WORTHINGTON, E. B.) 171—183. Pergamon Press. New York—London—Torino. 1977.
- [19] QUIRK, J. P. & SCHOFIELD, R. K.: The effect of electrolyte concentration on soil permeability. *J. Soil Sci.* **6**, 163—178. 1955.
- [20] Standing Committee on Soil Conservation: Salting of non-irrigated land in Australia. Soil Conserv. Authority, Victoria. 1982.
- [21] TALSMA, T.: The control of saline groundwater. *Meded. Landb-Hoogesh. Wageningen*. **63**, (10) 1—68. 1963.
- [22] TREWHELLA, W. & WEBSTER, A.: Salinity control and drainage in the Shepparton and Kerang regions. In: *Symp. The hydrogeology of the Riverina plain of South East Australia*. (Eds.: STORRIER, R. R. & KELLY, I. D.) 169—196. Aust. Soil Sci. Inc. (Riverina Branch). 1978.

J. LOVEDAY

CSIRO Talajtani Részlege,
Canberra (Ausztrália)

Érkezett: 1984. augusztus 16.